

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001100018  
PUBLICATION DATE : 13-04-01

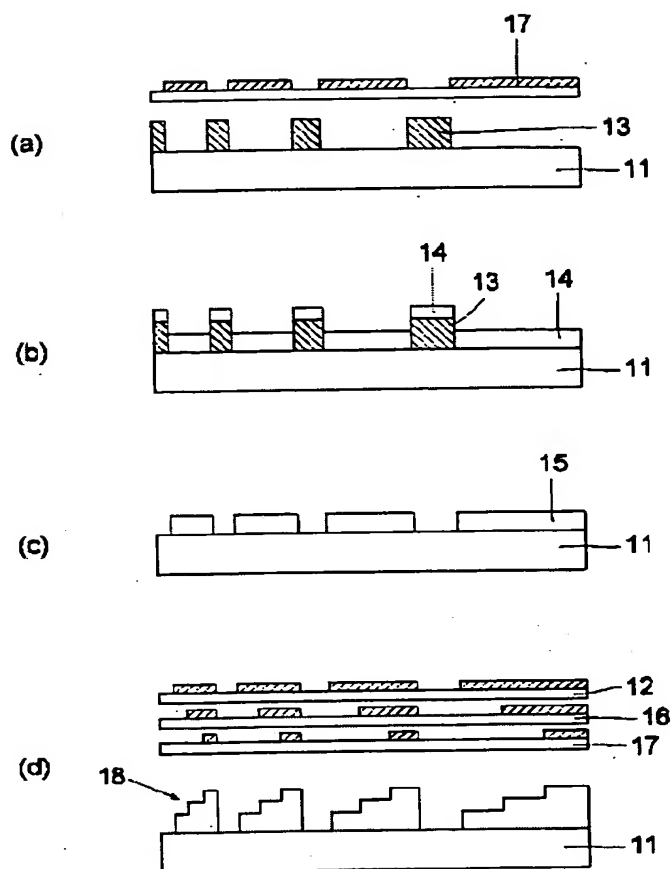
APPLICATION DATE : 29-09-99  
APPLICATION NUMBER : 11275606

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : MAEHARA HIROSHI;

INT.CL. : G02B 5/18 G02B 1/11

TITLE : OPTICAL DEVICE AND ITS  
MANUFACTURING METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an optical device to be used in a vacuum ultraviolet region of  $\leq 200$  nm wavelength.

SOLUTION: (a) A substrate composed of fluorite is used as a substrate 11. Thereon an i-line negative photoresist is coated using a resist coating device. Succeedingly a pattern of the first chromium mask 12 is reduced baked to it using an i-line stepper. Subsequently it is subjected to a specified resist developing treatment so as to form a resist pattern 13 corresponding to the mask 12. (b) A CaF<sub>2</sub> film 14 is film formed on the substrate 11 and the resist pattern 13 using a vacuum deposition device. Subsequently the resist pattern 13 is removed and ashing is carried out. (c) A CaF<sub>2</sub> pattern 15 is formed. (d) Then a diffraction optical element 18 having a four-step outermost ring band is prepared by similarly laminating more CaF<sub>2</sub> films using the second and third chromium mask 16, 17.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-100018  
(P2001-100018A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001. 4. 13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

G 0 2 B 5/18  
1/11

G 0 2 B 5/18  
1/10

2 H 0 4 9  
A 2 K 0 0 9

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-275606

(22) 出願日 平成11年9月29日 (1999. 9. 29)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 加藤 日出夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 前原 広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100075948

弁理士 日比谷 征彦

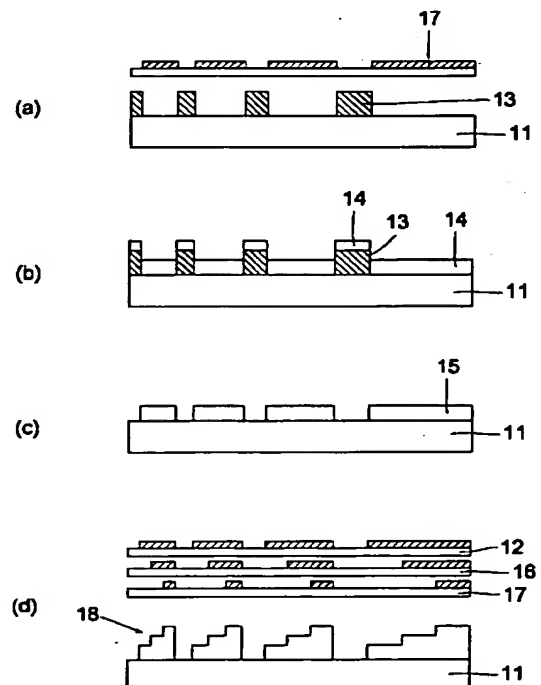
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子及び素子製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光学素子を波長200nm以下の真空紫外領域において使用可能とする。

【解決手段】 (a) 基板11には蛍石の基板を用い、この上にレジスト塗工装置を用いて、i線用ネガ型レジストを塗布する。続いて、第1のクロムマスク12のパターンをi線ステッパを用いて縮小焼付けした後に、規定のレジスト現像処理を施し、マスク12に対応したレジストパターン13を作製する。(b) 基板11及びレジストパターン13上に真空蒸着装置を用い、 $\text{CaF}_2$ 膜14を成膜した後に、レジストパターン13を除去し、アッシングを行い、(c)  $\text{CaF}_2$ 膜パターン15を形成する。次に、(d) 第2、3のクロムマスク16、17を用い、同様にして更に $\text{CaF}_2$ 膜を積層して、回折光学素子の最外殻の輪帯が4段の回折光学素子18を作製する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 蛍石等のフッ化化合物の基板の上にリフトオフプロセスにより微細構造を形成したことを特徴とする光学素子。

【請求項2】 前記基板の上に蒸着により酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) 等の酸化化合物又はフッ化化合物を成膜したことを特徴とする請求項1に記載の光学素子。

【請求項3】 前記フッ化化合物はフッ化カルシウム、フッ化マグネシウム、フッ化バリウム、フッ化アルミニウム、フッ化リチウム及び氷晶石の少なくとも1つを含むフッ化金属であることを特徴とする請求項1又は2に記載の光学素子。

【請求項4】 前記蒸着法は抵抗加熱式真空蒸着、イオンビーム蒸着、スパッタ蒸着等の薄膜形成法としたことを特徴とする請求項2に記載の光学素子。

【請求項5】 前記リフトオフプロセスの繰り返しによりバイナリ形状を形成した前記基板の両面に反射防止膜を設けたことを特徴とする請求項1～6の何れか1つの請求項に記載の光学素子。

【請求項6】 前記微細構造は断面が階段状の回折格子であることを特徴とする請求項1～5の何れか1つの請求項に記載の光学素子。

【請求項7】 前記微細構造は球面又は非球面を持つ層であることを特徴とする請求項1～5の何れか1つの請求項に記載の光学素子。

【請求項8】 請求項1～7の何れか1つの請求項による光学素子により構成したことを特徴とする光学系、レンズ構成体及び装置。

【請求項9】 請求項8の光学系を組み込んだことを特徴とする半導体製造用露光焼付装置。

【請求項10】 請求項8の半導体製造用露光焼付装置を用いて製造したことを特徴とする半導体装置。

【請求項11】 基板の上に設けた樹脂パターンの隙間に無機物質を薄膜形成手段により成膜する工程と、前記樹脂パターンを酸素プラズマにより灰化、ガス化することにより前記樹脂パターン上の前記無機物質を除去する工程とを有し、前記隙間に成膜した前記無機物質によりパターン形成する工程を含むことを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項12】 前記パターンをドライエッチングにより除去するリフトオフプロセス工程を有することを特徴とする請求項11に記載の光学素子の製造方法。

【請求項13】 前記基板の材料は蛍石としたことを特徴とする請求項11又は12に記載の光学素子の製造方法。

【請求項14】 前記基板の表面を重力方向に向けて設置することを特徴とする請求項11又は12に記載の光学素子の製造方法。

【請求項15】 前記樹脂パターンをレジストパターン、前記無機物質をフッ化金属とし、前記基板上へのレ

ジスト塗工する工程と、パターン露光をする工程と、レジスト現像する工程と、フッ化金属を蒸着する工程とを有することを特徴とする請求項11又は12に記載の光学素子の製造方法。

【請求項16】 前記フッ化金属の薄膜形成手段の1つは、抵抗加熱、スパッタ、イオンビームスパッタ、CVD等の蒸着等であることを特徴とする請求項15に記載の光学素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光装置、撮影装置、照明装置等において、紫外線、可視光線、赤外線用、特に遠紫外光線、真空紫外線用の光学系として有効に使用できる光学素子及び例えばこの種の素子を製造するために好適な素子製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、回折格子は分光器の分光素子として使用されており、その形状は鋸歯状で所謂ブレードタイプと呼ばれており、回折効率は100%に達するものもある。また近年では、回折を利用した光学素子として、階段状つまりバイナリ形状のバイナリオプティクス (BO) 素子が注目されており、BOレンズと呼ばれ、色消しの効果、非球面の効果を有しているため、新しい光学系への発展に大きな期待が持たれている。

【0003】一般のスチールカメラ等の可視光線による写真撮影のためのレンズ光学系は、金属の型材を用いた型加工によるプラスチック及びガラスのモールド法により製造が可能である。しかし、紫外線等の短波長の光線に適用させるためには、UV透過性や、より微細な加工及び精度が要求されるため、現在のところ型加工法、モールド加工法、レンズ材料等の技術が確立されていない。また、紫外線等の短波長の光線に適用するBOレンズへの要求仕様は、現在のブレードタイプの加工限界つまり切削加工限界を大幅に越えている。

【0004】半導体製造用の加工法であるフォトリソグラフィ工程を用いることにより、高精度の微細加工が或る程度可能となってきた。このため、紫外線及び遠紫外線に適用可能なBOレンズは石英と半導体製造用の紫外線を用い、露光焼付けにはi線 ( $\lambda = 365 \text{ nm}$ ) 用ステッパ、ドライエッチングには平行平板型のRIE装置を使用し、フォトリソグラフィ技術とドライエッチング加工技術を用いることにより、8段の回折光学素子を作製することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来では、石英基板を直接加工して回折光学素子を作製しているが、石英基板に  $\text{ArF}$  ( $\lambda = 194 \text{ nm}$ )、 $\text{KrF}$  ( $\lambda = 248 \text{ nm}$ ) 等の高エネルギーのレーザー光を照射すると、収縮を引き起こすという問題が生ずる。そこで、石英に代る基板材料として蛍石が注目されてきた。また、波長  $\lambda = 2$

00nm以下の真空紫外領域においてフォトリソグラフィ技術が使用され始めており、この波長を使用可能とする光学系を構成する硝材として、石英では性能が不十分であり、唯一石英の代りに使用できそうな硝材とされているのが蛍石である。

【0006】しかし、蛍石は課題として加工及び取り扱いの困難性を有しており、石英においては可能であったドライエッチング加工が困難である。

【0007】本発明の目的は、上述の問題点を解消し、微細構造を有する蛍石等のフッ化化合物を用いた光学素子及びその光学素子の製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための請求項1に係る発明の光学素子は、蛍石等のフッ化化合物の基板の上にリフトオフプロセスにより微細構造を形成したことを特徴とする。

【0009】請求項2に係る発明の光学素子は、請求項1において、前記基板の上に蒸着により酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )等の酸化化合物又はフッ化化合物を成膜したことを特徴とする請求項1に記載の光学素子。

【0010】請求項3に係る発明の光学素子は、請求項1又は2において、前記フッ化化合物はフッ化カルシウム、フッ化マグネシウム、フッ化バリウム、フッ化アルミニウム、フッ化リチウム及び水晶の少なくとも1つを含むフッ化金属であることを特徴とする。

【0011】請求項4に係る発明の光学素子は、請求項2において、前記蒸着法は抵抗加熱式真空蒸着、イオンビーム蒸着、スパッタ蒸着等の薄膜形成法としたことを特徴とする。

【0012】請求項5に係る発明の光学素子は、請求項1～6の何れかにおいて、前記リフトオフプロセスの繰返しによりバイナリ形状を形成した前記基板の両面に反射防止膜を設けたことを特徴とする。

【0013】請求項6に係る発明の光学素子は、請求項1～5の何れかにおいて、前記微細構造は断面が階段状の回折格子であることを特徴とする。

【0014】請求項7に係る発明の光学素子は、請求項1～5の何れかにおいて、前記微細構造は球面又は非球面を持つ層であることを特徴とする。

【0015】請求項8に係る発明の光学系、レンズ構成体及び装置は、請求項1～7の何れかの光学素子により構成したことを特徴とする。

【0016】請求項9に係る発明の半導体製造用露光焼付装置は、請求項8の光学系を組み込んだことを特徴とする。

【0017】請求項10に係る発明の半導体装置は、請求項8の半導体製造用露光焼付装置を用いて製造したことを特徴とする。

【0018】請求項11に係る発明の光学素子の製造方法は、基板上に設けた樹脂パターンの隙間に無機物質を

薄膜形成手段により成膜する工程と、前記樹脂パターンを酸素プラズマにより灰化、ガス化することにより前記樹脂パターン上の前記無機物質を除去する工程とを有し、前記隙間に成膜した前記無機物質によりパターン形成する工程を含むことを特徴とする。

【0019】請求項12に係る発明の光学素子の製造方法は、請求項11において、前記パターンをドライエッチングにより除去するリフトオフプロセス工程を有することを特徴とする。

【0020】請求項13に係る発明の光学素子の製造方法は、請求項11又は12において、前記基板の材料は蛍石としたことを特徴とする。

【0021】請求項14に係る発明の光学素子の製造方法は、請求項11又は12において、前記基板の表面を重力方向に向けて設置することを特徴とする。

【0022】請求項15に係る発明の光学素子の製造方法は、請求項11又は12において、前記樹脂パターンをレジストパターン、前記無機物質をフッ化金属とし、前記基板上へのレジスト塗工する工程と、パターン露光をする工程と、レジスト現像する工程と、フッ化金属を蒸着する工程とを有することを特徴とする。

【0023】請求項16に係る発明の光学素子の製造方法は、請求項15において、前記フッ化金属の薄膜形成手段の1つは、抵抗加熱、スパッタ、イオンビームスパッタ、CVD等の蒸着等であることを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。図1はB0レンズ1の斜視図、図2はその断面図を示している。直径20mmのB0レンズ1は、設計上では使用波長 $\lambda = 248\text{nm}$ のKrFレーザ光を想定したものであり、約1800本の輪帯が刻設され、各輪帯はそれぞれ4段の階段状のB0形状を有しており、これらが回折格子として機能する。

【0025】図3は4段の階段状のB0レンズ1の輪帯単位の断面図を示しており、例えば最外縁の輪帯は設計値では、各段の幅が $0.7\mu\text{m}$ 、高さが $0.145\mu\text{m}$ であり、輪帯単位の幅は $2.8\mu\text{m}$ 、高さが $0.434\mu\text{m}$ である。

【0026】図4は第1の実施例における回折光学素子の製作断面図を示しており、リフトオフプロセスを用いて回折光学素子を作製する。まず、図4(a)に示すように、基板11には直径2インチ、厚さ2mmの蛍石の基板を用い、この基板11上にレジスト塗工装置(スピナ)を用いて、膜厚 $0.8\mu\text{m}$ のi線用ネガ型レジストを塗布する。続いて、第1のクロムマスク12のパターンをi線ステッパを用いて縮小焼付けした後に、規定のレジスト現像処理を施すことにより、マスク12に対応したレジストパターン13を作製する。

【0027】次に図4(b)に示すように、基板11及びレジストパターン13上に抵抗加熱方式の真空蒸着装置

を用いて、膜厚 $0.145\mu\text{m}$ の $\text{CaF}_2$ 膜14を成膜した後に、アセトンを用いてこのレジストパターン13を除去し、軽く酸素プラズマを用いてアッシングを行うことにより、図4(c)に示すような $\text{CaF}_2$ 膜パターン15を形成することができる。続いて、図4(d)に示すように、第2、3のクロムマスク16、17を用い、同様の工程の繰り返し、更に $\text{CaF}_2$ 膜を積層することにより、回折光学素子の最外殻の輪帯の各段の幅 $0.7\mu\text{m}$ 、高さ $0.145\mu\text{m}$ 、輪帯単位の幅 $2.8\mu\text{m}$ 、高さ $0.43\mu\text{m}$ の4段の回折光学素子18を作製することができる。

【0028】また、 $\text{CaF}_2$ 膜14の代りに $\text{MgF}_2$ 膜を成膜してもよく、更には $\text{BaF}_2$ 、フッ化アルミニウム( $\text{AlF}_3$ )、 $\text{LiF}$ 及び氷晶石( $\text{NaAlF}_6$ )等のフッ化金属を蒸着しても、回折光学素子を作製することができる。このようにして、得られたこれらの回折光学素子は何れも良好な結果を示す。

【0029】また、第2の実施例として図5に示すように回折光学素子18の表面及び基板11の裏面に反射防止膜として、膜厚 $440\text{\AA}$ の $\text{LiF}$ 膜21を真空蒸着法を用いて積層する。そして、 $\text{KrF}$ レーザー光を用いて、この光学素子の回折効率を測定すると、反射防止膜を成膜していないものと比較して平均して10%向上する。

【0030】第3の実施例として、基板に石英を用い蒸着材料に $\text{SiO}_2$ 膜を使用する。また、成膜装置にはRIEスパッタ装置を使用し、エッチングガスにはアルゴンと水素の混合ガスを用いる。そして、同様に3枚のマスクを用いて、上述したリフトオフプロセスを3回繰り返すことにより4段の回折光学素子が作製できる。

【0031】また、上述の方法で作製された回折光学素子の表面及び基板裏面に反射防止膜として、膜厚 $43.3\text{nm}$ の $\text{MgF}_2$ 膜と膜厚 $36\text{nm}$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜をスパッタ法を用いて交互に4層積層する。そして、 $\text{KrF}$ レーザー光を用いて、この光学素子の回折効率を測定すると、上述した反射防止膜を成膜していないものと比較して回折効率が平均して16%向上する。

【0032】図6は第4の実施例におけるドライリフトオフを用いた回折光学素子の製作模式図を示している。このドライリフトオフ法はフッ化金属のような水分に対して、敏感な材料の加工に適している。しかも、純金属のように延性を有する材料よりもフッ化金属のように延性に乏しく、脆い材料に適したプロセスとも云える。また、ドライリフトオフ法の更なる特長は、ドライ現像、非水系レジストの採用によりトータルドライプロセス、トータルリフトオフプロセスが実現できることである。

【0033】まず、図6(a)に示すように第1の実施例と同様に直径2インチ、厚さ2mmの蛍石の基板11を用い、この基板11上に膜厚 $1\mu\text{m}$ のi線用のネガ型フォトリソレジストをスピナーを用いて塗布する。続いて、回

折光学素子の第2段目を形成するためにi線用のステップパを使用し、第1のクロムマスク12のパターンを基板11上のフォトリソレジストに縮小焼付け、現像等の工程を経てレジストパターン31を形成する。次に、図6(b)に示すように、この基板11上及びレジストパターン31上、つまり樹脂パターンの隙間に抵抗加熱方式の蒸着装置を用いて、例えば膜厚 $0.145\mu\text{m}$ の $\text{CaF}_2$ 膜32の無機物質を成膜する。続いて、図示しないドライエッチング装置を用いて、図6(c)に示すように基板11上に形成されたレジストパターン31を除去するために酸素プラズマを用い、アッシングを行い灰化、ガス化することにより、 $\text{CaF}_2$ 膜パターン33を生成する。

【0034】また、このエッチング装置は反応チャンバがプラズマ発生室と反応室(エッチング室)とに分かれており、等方性のダメージレスなエッチングが可能である。更にこの反応チャンバには、試料がホルダ上にアッシングによって除去されるレジスト上のフッ化金属の残渣の表面への再付着を防止するため、基板11の表面を常に下方に向けて配置し、酸素プラズマを用いて処理することにより、このレジストパターン31及びレジストパターン31上の $\text{CaF}_2$ 膜32の灰化除去により、基板11の表面には $\text{CaF}_2$ 膜32による $\text{CaF}_2$ 膜パターン33を形成することができる。続いて、図4(d)に示すように第2、3のマスクを用い、同様のドライリフトオフプロセスを繰り返すことにより、4段の回折光学素子を作製することができる。

【0035】また、上述したプロセスを用い、蛍石の基板上に膜厚 $0.8\mu\text{m}$ のi線用フォトリソレジストをスピナーを用いて塗布する。そして、回折光学素子の第2段目を形成するためにi線用のステップパを使用し、第1のクロムマスクのパターンを基板上のフォトリソレジストに縮小焼付けし、現像等の工程を経てレジストパターンを形成し、続いて基板上のレジストパターン上に抵抗加熱方式の蒸着装置を用いて、膜厚 $0.062\mu\text{m}$ の $\text{CaF}_2$ 膜を成膜する。そして、レジストパターン及びレジストパターン上の $\text{CaF}_2$ 膜の灰化除去することにより、2段目のパターンを形成することができ、更に第2～7のマスクを用い、同様のドライリフトオフプロセスを繰り返すことにより、8段の回折光学素子を作製することができる。

【0036】また、本実施例において作製した回折光学素子の最外殻輪帯の1段の幅は $0.35\mu\text{m}$ 、高さは $0.062\mu\text{m}$ である。また、最外殻の輪帯即ち素子単位の幅と高さはそれぞれ $2.8\mu\text{m}$ 、 $0.434\mu\text{m}$ である。

【0037】更に、 $\text{CaF}_2$ 膜32の代りに $\text{BaF}_2$ 膜を用い、直径20mmの回折光学素子を作製してもよい。まず、基板上にスピナーを用いて、膜厚 $1.0\mu\text{m}$ のi線用レジストを成膜する。そして、第1のマスクのパターンをi線ステップパを用いて縮小焼付しけた後に、規定

のレジスト現像処理を行うことにより、第1のマスクに対応したレジストパターンを作製する。次に、抵抗加熱方式の真空蒸着装置を用いて膜厚 $0.145\mu\text{m}$ の $\text{BaF}_2$ 膜を成膜し、酸素プラズマを用いてレジストを灰化除去して後に、軽く表面をスパッタエッチングを行うことにより、回折光学素子の第2段の $\text{BaF}_2$ 膜パターンを形成することができる。同様に第2、3のマスクを用い、同様の工程の繰り返すことにより、 $\text{BaF}_2$ 膜を積層することができ、回折光学素子の最外殻の輪帯の各段の幅と高さがそれぞれ $0.7\mu\text{m}$ 、 $0.145\mu\text{m}$ 、輪帯単位としてはそれぞれ $2.8\mu\text{m}$ 、 $0.43\mu\text{m}$ の4段の回折光学素子を作製することができる。

【0038】第5の実施例として、第4の実施例において作製した蛍石の基板11上にドライリフトオフ法を用いて作製した4段の回折光学素子の表面と基板11の裏面に、反射防止膜として真空蒸着法を用いて膜厚 $440\text{\AA}$ の $\text{LiF}$ 膜を成膜する。そして、 $\text{KrF}$ エキシマレーザー光を用い、この回折光学素子の回折効率を測定し、反射防止膜を成膜していないものと比較すると平均して12%向上する。

【0039】また反射防止膜として、 $\text{LiF}$ 膜の代りに膜厚 $434\text{\AA}$ の $\text{MgF}_2$ 膜と膜厚 $360\text{\AA}$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜を真空蒸着法を用いて積層し、4層の積層を用いてもよい。そして、 $\text{KrF}$ エキシマレーザー光を用い、この回折光学素子を測定し、反射防止膜を成膜していないものと比較すると、平均して18%向上する。

【0040】図7は第6の実施例における回折光学素子の製作模式図を示し、図7(a)はマスクに用いるクロムマスク41、42、43の断面図を示している。まず、基板11上にマスク41を用い、フォトリソグラフィ法によりレジストパターン44を形成し、次に図7(b)に示すように、蒸着法により蛍石の基板11及びレジストパターン44上に蒸着法を用いて膜厚のフッ化金属膜45を規定の膜厚の $4/7$ の高さに成膜する。続いて、図7(c)に示すようにリフトオフ法を用いてレジストパターン44を除去することによりフッ化金属パターン46を形成することができる。更に、同様に2枚目のマスク42を用い、フッ化金属パターン45上にフッ化金属膜を規定の膜厚の $2/7$ の高さに成膜することにより、フッ化金属パターン47を形成することができる。最後にマスク43を用い、フッ化金属パターン45、46上にフッ化金属膜を規定の膜厚の $1/7$ の高さに成膜することにより、フッ化金属パターン48を形成して8段の回折光学素子49を作成することができる。なお、 $n$ は高さの係数を示している。

【0041】また、マスクの順番を変えた加工、即ちマスクをマスク43、42、41の順番で用いて、同様のフォトリソグラフィ法と蒸着法によるリフトオフ法を用いても8段の回折光学素子49を作成することができる。

【0042】第7の実施例として、第1の実施例と同様の工程を経てステップの分割露光により、直径 $200\text{mm}$ の回折光学素子を作製する。そして、この回折光学素子を組み込んだレンズ光学系を装着した $\text{KrF}$ エキシマレーザーを光源とするステップを用いたシリコン基板への縮小焼付けと一連の半導体製造プロセスにより、高性能の半導体装置を製造することができる。また、 $\text{KrF}$ エキシマレーザー以外に $\text{ArF}$ エキシマレーザー（波長 $193\text{nm}$ ）や $\text{F}_2$ エキシマレーザー（波長 $157\text{nm}$ ）用の光学素子を作成し、この光学素子をレンズ系に適用し、上述のエキシマレーザーを光源とするステップを構成することができる。

【0043】次に、先の実施例において作製した回折光学素子を搭載した半導体露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法を説明する。図8はICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル或いはCCD等の半導体デバイスの製造工程のフローチャート図を示している。まず、ステップS1において半導体デバイスの回路設計を行い、続いてステップS2においてステップS1で設計した回路パターンをEB描画装置等を用いマスクを作成する。一方、ステップS3においてシリコン等の材料を用いてウェハを製造する。その後、前工程と呼ばれるステップS4において、ステップS2、S3において用意したマスク及びウェハを用い、マスクを露光装置内にローディングし、マスクを搬送しマスクチャックにチャッキングする。

【0044】次に、ウェハをローディングしてアライメントのずれを検出して、ウェハステージを駆動して位置合わせを行い、アライメントが合致すると露光を行う。露光の終了後にウェハは次のショットヘステップ移動し、リソグラフィ技術によってウェハ上に回路を形成する。更に、後工程と呼ばれるステップS5において、ステップS4によって製造されたウェハを用いてダイシング、ボンディング等のアセンブリ工程、チップ封入等のパッケージング工程を経て半導体チップ化する。チップ化された半導体デバイスは、ステップS6において動作確認テスト、耐久テスト等の検査を行う。このような一連の工程を経て半導体デバイスは完成し、ステップS7に進み出荷される。

【0045】図9は図8におけるステップS3において、ウェハ製造の詳細な製造工程のフローチャート図を示している。まず、ステップS11においてウェハ表面を酸化させる。続いて、ステップS12においてウェハ表面をCVD法により絶縁膜を形成し、ステップS13において電極を蒸着法により形成する。更に、ステップS14に進みウェハにイオンを打込み、続いてステップS15においてウェハ上に感光剤を塗布する。ステップS16では、半導体露光装置によりマスクの回路パターンをウェハ上の感光剤上に焼付ける。

【0046】ステップS17において、ステップS16

において露光したウェハ上の感光剤を現像する。更に、ステップS18でステップS17において現像したレジスト像以外の部分をエッチングする。その後、ステップS19においてエッチングが済んで不要となったレジストを剥離する。更に、これらの一連の工程を繰り返して行うことにより、ウェハ上に多重の回路パターンを形成することができる。

【0047】なお、本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスの量産に対応することができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明による光学素子によれば、回折格子や球面や非球面等の微細構造を有する蛍石等のフッ化金属の光学素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】回折光学素子の斜視図である。

【図2】回折光学素子の断面図である。

【図3】回折光学素子の拡大断面図である。

【図4】第1の実施例における回折光学素子の製作模式図である。

【図5】第2の実施例における基板の断面図である。

【図6】第4の実施例における回折光学素子の断面図である。

【図7】第6の実施例における回折光学素子の断面図である。

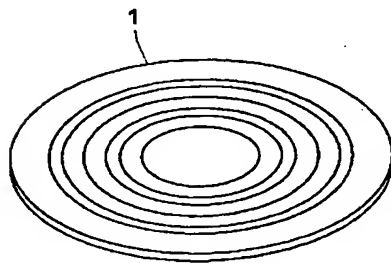
【図8】半導体デバイスの製造フローチャート図である。

【図9】ウェハ製造の詳細なフローチャート図である。

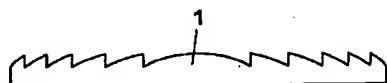
【符号の説明】

- 11 基板
- 12、16、17 マスク
- 13、31 レジストパターン
- 14、32  $\text{CaF}_2$ 膜
- 15、33  $\text{CaF}_2$ 膜パターン
- 18 回折光学素子
- 21 LiF膜

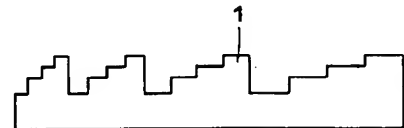
【図1】



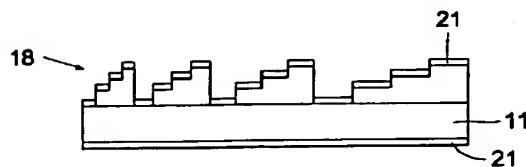
【図2】



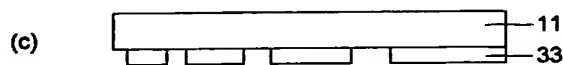
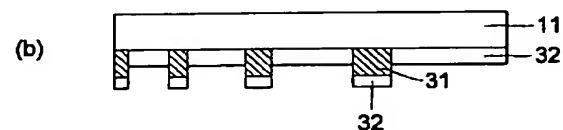
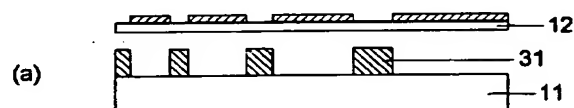
【図3】



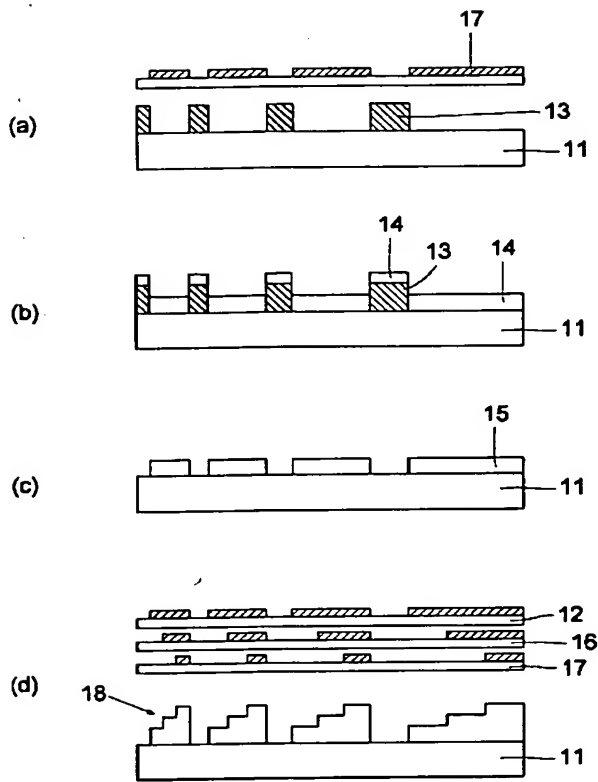
【図5】



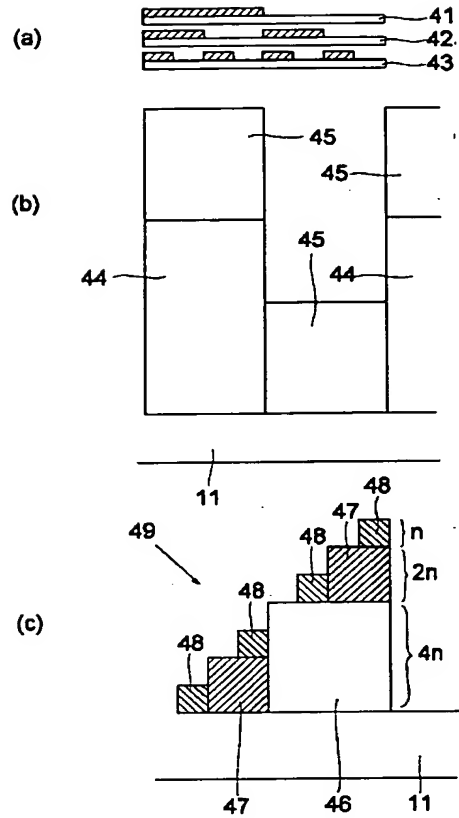
【図6】



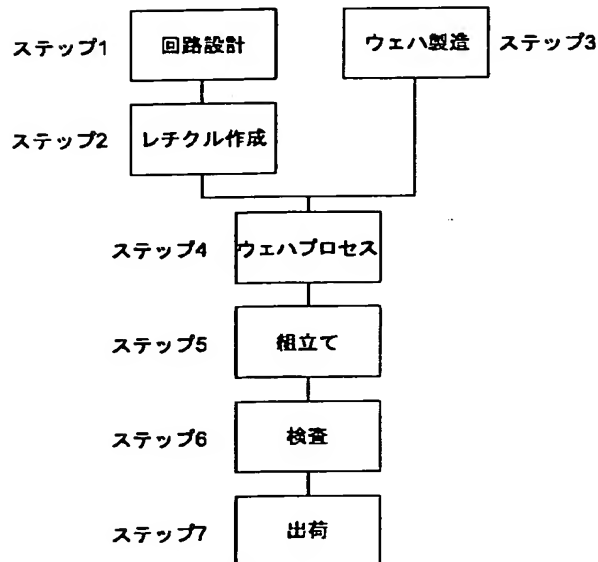
【図4】



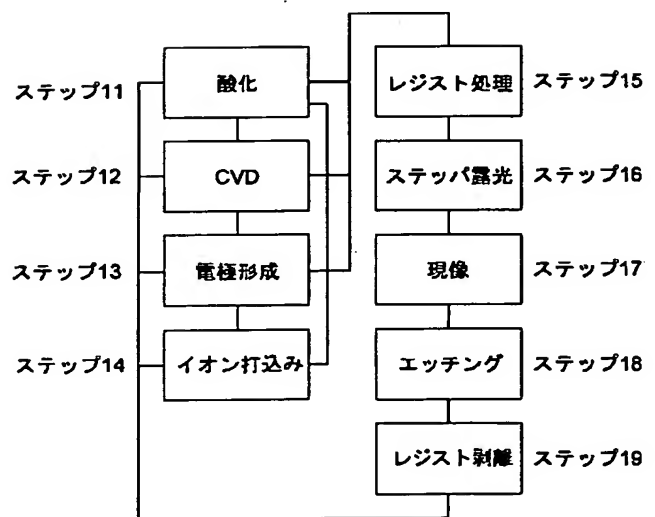
【図7】



【図8】



【図9】





フロントページの続き

Fターム(参考) 2H049 AA04 AA16 AA31 AA44 AA45  
AA48 AA55 AA63  
2K009 AA04 AA07 BB04 CC03 CC06  
DD03